

Russian Academy of Sciences
KOLA SCIENCE CENTRE
Polar Geophysical Institute

With support from:



PHYSICS
OF AURORAL
PHENOMENA

39th Annual Seminar

Abstracts

29 February – 4 March 2016

Apatity
2016

The organizing committee:
Alexander Yahnin (chair)
Nadezhda Semenova
Irina Despirak

Addresses:

Apatity department
Akademgorodok, 26a
Apatity, 184209
Murmansk region
Russia

Murmansk department

Khalturina str., 15
Murmansk, 183010
Russia

The editor:
N.V. Semenova

<http://pgia.ru/seminar>

© Kola Science Center
Russian Academy of Science, 2016

Auroral substorms, electron fluxes in the magnetotail and equivalent currents associated with morning sector geomagnetic Pc5 pulsations

M.V. Uspensky¹, K. Kauristie¹, N. G. Kleimenova², O.V. Kozyreva², M. M. J. L. Van De Kamp¹, S.V. Dubyagin¹

¹Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland

²Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

We study four moderate substorm activations in the midnight and morning sectors together with Pc5 pulsations and electron flux enhancements observed in the magnetotail by the Themis P2-P5 satellite constellation. These events took place on Jan 18, 2008, at ~05:11 and 05:46 UT (a) and on Feb 19, 2008, at ~05:25 and 05:36 UT (b). Themis ground-based magnetometers and all-sky imagers (SNKQ, GILL, RANK), Scandinavian IMAGE magnetometers and Svalbard all-sky camera (NAL) data were used in substorm identifications. Inside ~1 min resolution the nighttime substorm activations (events (a)) were reasonably seen at the morning poleward side of auroral oval by NAL camera. Some three to five minutes after the substorm activations, the midnight magnetotail Themis P3-P5 satellites (with mutual separations in GSM X, Y, and Z directions ~ 1 Re) at the same time are dispersionless energetic (up to ~0.4 MeV) electron fluxes. The Themis P2 satellite (located in both cases (a) in early morning sector at a distance of ~6 Re from of the cluster of P3-P5 probes) registered energy-dependent delays (dispersion) of the electron fluxes due to their eastward gradient drift motion. The potential impact of midnight activity on morning sector Pc5 cannot be excluded in the two cases of event (a), because enhanced fluxes of electrons with high enough energies (~400 keV), could reach the region of Pc5 within the observed delay. The electron flux bursts were observed by Themis P2 at longitudes between the midnight and morning sector instrumentation.

Space and time variations of the ionospheric equivalent currents in the regions of morning sector Pc5 pulsations on the two days are studied with the help of IMAGE magnetometer data (MLT sector 05-07). In these cases abrupt changes in the Pc5 amplitudes, intensifications and/or weakenings, were recorded some minutes after auroral activations in the midnight sector. We analyse three examples of Pc5 changes with the goal to resolve whether substorm activity can have an effect on Pc5 amplitude or not. In two cases (event b) the most likely explanation for Pc5 amplitude changes comes from the solar wind (changes in the sign of IMF Bz). In one case (event a) equivalent current patterns in the morning sector show an antisunward propagating vortex which replaced the Pc5-related smaller vortices and consequently the pulsations weakened. We associate the large vortex with a field aligned current system due to a sudden, although small drop in solar wind pressure (from 1 to 0.2 nPa).

Демонстрация отражения динамики параметров солнечного ветра в процессе формирования суббулевой активности с помощью интеллектуального инструмента

Н.А. Бархатов¹, В.Г. Воробьев², С.Е. Ревунов¹, О.И. Ягодкина², А.Б. Виноградов¹

¹Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

²Полярный геофизический институт КНЦ РАН

Началом активной фазы суббури является взрывной переход накопленной потенциальной энергии искаженного магнитного поля полярной магнитосферы в кинетическую энергию заряженных частиц заполняющих радиационные пояса и ионизирующих ионосферу. Процесс накопления потенциальной энергии возможен только при условии непрерывного поступления кинетической энергии частиц ($N \cdot V^2$) солнечного ветра на интервале подготовительной фазы суббури (плотности N – концентрация частиц, V – скорость потока солнечного ветра). Ключевым событием начала подготовительной фазы суббури, как правило, является поворот ММП к югу.

Накопление энергии в магнитосфере в период подготовительной фазы суббури обеспечивается усилением крупномасштабного западного электрического поля конвекции поперек хвоста магнитосферы. Постепенное накопление энергии невозможно учесть на основе мгновенных значений (B_z , N , V). Для описания этого процесса необходимо ввести интегральный параметр, например, в виде кумулятивной суммы $\sum[N \cdot V^2]$. Использование его динамики наравне с другими геоэффективными параметрами солнечного ветра применено нами для описания процесса формирования суббури с помощью интеллектуального инструмента в виде искусственной нейронной сети (ИНС).

Эффективность предлагаемого подхода продемонстрирована на численных нейросетевых экспериментах по восстановлению динамики AL-индекса по параметрам солнечного ветра и ММП в периоды развития суббури. Архитектура применяемой нейросети построена по принципу Элмана и содержит дополнительный слой нейронов, обеспечивающий «внутреннюю память» о предистории восстанавливаемого динамического

процесса. На данном этапе исследования в качестве входных последовательностей нейросетевой модели, использованы два параметра – компонента ММП B_z и интегральный параметр $\sum[N \cdot V^2]$, учитывающий предысторию процесса накачки кинетической энергии в магнитосферу в течение 2-3 часов в рамках 60 минутных окон. Единственный выходной нейрон генерировал последовательность значений AL-индекса. Обучающие последовательности включали в себя данные по 70 периодам развития суббурь. С целью минимизации эффекта «запоминания последнего обучающего образца» эти последовательности нормировались и подавались на входы ИНС в случайном порядке. Нейросетевые эксперименты выполнялись на 1-минутных данных AL , B_z , N , V , полученных с узла CDAWeb (<http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/>). Исследования проведены на временных интервалах данных, каждый продолжительностью 8 часов, включающих в себя периоды 70 изолированных магнитосферных суббурь различной интенсивности, зарегистрированных по показаниям AL-индекса.

Выполненное исследование показало возможность успешного восстановления динамики AL-индекса или его краткосрочного прогнозирования при использовании онлайн данных патрульного космического аппарата. Созданный нами инструмент при учете физических явлений, приводящих к суббуре, оказался вполне интеллектуальным и дееспособным. И это произошло потому, что мы приняли во внимание процесс медленной загрузки авроральной магнитосферы кинетической энергией солнечного ветра. Дальнейшее улучшение результатов восстановления возможно при использовании предыстории AL, увеличении числа входных данных, предварительной обработки и усовершенствовании архитектуры ИНС.

Геомагнитная активность структуры магнитных облаков

Н.А. Бархатов¹, Е.А. Ревунова², Р.В. Романов¹, А.Б. Виноградов¹

¹Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

²Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Магнитные облака солнечного ветра согласно современным представлениям вызывают наиболее интенсивные геомагнитные бури. В зависимости от скорости облака относительно солнечного ветра на переднем фронте его тела может образовываться ударная волна, за которой следует турбулентная область, часто называемая оболочкой облака. Исследования показывают, что для большинства магнитных облаков начало соответствующих им геомагнитных возмущений приходится на ударную волну и оболочку [1]. В связи с этим при изучении геоэффективности магнитных облаков необходимо учитывать и потенциальную геомагнитную эффективность физических процессов на переднем фронте облаков.

В предлагаемой работе методами анализа Фурье-спектров флуктуаций модуля ММП зарегистрированные на патрульных космических аппаратах (ПКА) в диапазоне частот (0,001-0,1 Гц) в областях составляющих магнитные облака солнечного ветра удаляется низкочастотная или высокочастотная части спектра и на этой основе уточняются границы оболочки и тела облака, соответственно. Установлено также, что при переходе из солнечного ветра в турбулентную оболочку мощность спектра увеличивается в среднем на 2 порядка, при переходе из оболочки в тело магнитного облака мощность спектра напротив уменьшается на 2-4 порядка. Это согласуется с [2], где для рассматриваемых облаков были определены границы тел облаков.

Известно, что геомагнитная эффективность облака прямо зависит от ориентации межпланетного магнитного поля (ММП) в облаке подошедшего к границе магнитосферы. Более того, существует возможность возникновения геоэффективной ($B_z < 0$) величины магнитного поля в оболочке магнитного облака вследствие эволюции ММП среды солнечного ветра на ударном разрыве, опережающем облако. Учет этого обстоятельства важен при создании модели метода прогноза геомагнитных бурь. В связи с этим согласно методике [3] проводилось определение локальной ориентации плоскости ударной волны для 10 облаков по 5 минутным данным о компонентах ММП до и после ударной волны. Полученные сведения об ориентации ударного фронта позволили найти значения нормальных и тангенциальных компонент ММП, по отношению к ударной волне и получить выражение для вычисления значений геоэффективной B_z компоненты в оболочке облака в солнечно-магнитосферной системе координат. Учитывая зарегистрированные на ПКА параметры замагниченного солнечного ветра, предшествующие приходу ударной волны облака, выполняется расчет всей ожидаемой последовательности значений B_z компоненты ММП на трассе переноса солнечного ветра к магнитосфере. Сопоставление ожидаемой последовательности вычисленных значений B_z с динамикой индексов SYM/H и AL, соответственно, характеризующих глобальную и суббуревую геомагнитную активность, свидетельствует об отражении эволюции параметров натекающего на магнитосферу солнечного ветра в геомагнитной возмущенности. Это может быть положено в основу создания метода краткосрочного прогнозирования геомагнитной возмущенности.